



PAISAJES CULTURALES EN EDUCACIÓN INGENIERIL MÁS PLURALES GRACIAS A LOS APORTES CTS

More plural cultural landscapes of engineering education due to the contributions of STS

Gloria Baigorrotegui Baigorrotegui*

Resumen: este artículo tiene como propósito mostrar de manera preliminar, cómo podrían los estudios de Ciencia, Tecnología y Sociedad –CTS- contribuir a paisajes culturales más plurales de la educación en ingeniería. Para ello, se indagó sobre las modalidades presentando algunos de los estudios en CTS que proponen concebir la tecnología de forma plural, y luego se consideraron determinados diagnósticos en torno a la necesidad de cambios en la forma de concebir la ingeniería, su manera de hacer, y algunos de los desafíos a tomar en cuenta.

Con este foco se propone interconectar las áreas CTS principalmente filosóficas, reflexivas y normativas en distintas modalidades de formación para los docentes, y por otro lado, con cursos situados en el *curriculum*, considerando además aquellos desarrollos teórico metodológicos que incorporen, por ejemplo, la antropología y los métodos etnográficos para enfrentar aquellos desafíos

que interpelan a la profesión y sus proyectos tecnológicos, en términos de controversias, desacuerdos, y barreras para el emprendimiento ingenieril.

La propuesta finalmente se concentra en la necesidad de favorecer el pluralismo en la concepción de los problemas, y la habilidad para gestionar los conflictos en un contexto de países latinoamericanos.

Palabras clave: paisajes culturales en la educación de ingeniería, antropología de la tecnología, modelo lineal, Ciencia, Tecnología y Sociedad.

Abstract: the purpose of this article is to preliminarily show how STS studies would contribute to more plural cultural landscapes of the engineering education. The conditions were investigated first by presenting some of the STS studies that propose plurality in technology, and later considering certain diagnoses concerning the need for change in the form of understanding engineering, the way it's done and some of the challenges to take into account.

* Doctora en Filosofía de la Ciencia, mención estudios sociales de la Tecnología Instituto de Estudios Avanzados (IDEA)- USACH; Santiago de Chile - Chile. gloria.baigorrotegui@usach.cl

Fecha de recepción: 13 de agosto de 2012
Fecha de aprobación: 16 de octubre de 2012

The objective of this proposal is to interconnect the areas of the STS, primarily the philosophical areas (reflective and normative) in different methods for teachers training, and on the other hand, including related courses in the curriculum, considering those theoretical and methodological points of view, which include for example, anthropology and ethnographic methods to address some challenges that question the profession and technological projects with respect to controversies, disagreements and barriers to engineering entrepreneurship.

Finally, the proposal focuses on the need to promote pluralism when looking at the problems in perspective, and the ability to manage conflicts in the context of Latin American countries.

Keywords: cultural landscapes in engineering education, anthropology of technology, linear model, Science, Technology and Society.

PLURALISMO EN LA COMPRENSIÓN DE LA TECNOLOGÍA

A partir de los estudios Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS), la reflexión y análisis en torno a las nociones de Ciencia y Tecnología se han centrado en la crítica a los determinismos y reduccionismos para comprenderlas en sus vínculos con la sociedad, la política, la moral, las creencias, valores, o sea, para problematizarlas en sus sustratos socio culturales. Así, los enfoques constructivistas sociales, siguiendo la senda dejada por Kuhn (1962), se adentraron en la construcción social de los hechos científicos efectuada en laboratorios, en centros de investigación, en empresas y en terreno, con herramientas empíricas y relativistas. Como resultado de estos estudios se ha comprobado la inexistencia de hechos desvinculados de valores, y de naturalezas independiente de toda cultura. En otras palabras, los estudios filosóficos, epistemológicos, sociales y políticos de la ciencia y la tecnología, se han concentrado en desmitificar la

unidireccionalidad de los vínculos desde la Ciencia y la Tecnología hacia la Sociedad.

Las tesis vinculadas al determinismo tecnológico asumen por un lado una versión tradicional donde la sociedad se presenta determinada inexorablemente por los cambios tecnológicos, y por otro lado, una versión estricta donde la tecnología es autónoma de cualquier factor social (Heilbroner, 1994), es decir, que aún estando constituida de técnicas, artefactos, equipos y estrategias experimentales, la tecnología obedece y es consecuencia de la aplicación de conocimiento científico, fundado en principios y leyes naturales «obtenidas mediante la investigación científica y por ciertos principios técnicos derivados o basados en ellas» (Aibar, 2002: 41). Así, la creación y diseño de la tecnología es algo bien distinto a su implementación y gestión, y por ende estaría inoculada de responder a criterios extra-epistémicos, tales como consideraciones valóricas y morales.

En esta interpretación la separación entre tecnología y sociedad es clara, debido a que esta última se ve impactada por la prosecución de una lógica interna que va desde las concepciones, sigue con desarrollos, y finaliza con difusiones tecnológicas en la sociedad.

Los orígenes de esta visión heredada se han atribuido al predominio del paradigma newtoniano cartesiano iniciado a fines del siglo XVII, impulsado por la Revolución Industrial, la cual reemplazó la fe en Dios propia de los siglos previos, por la fe en el progreso a través de la racionalidad del ser humano. En el siglo pasado marcaron un hito la instauración de la universidad alemana Humboldtiana y el empirismo lógico del círculo de Viena, lo que en su conjunto se plasmó en el lema de la exposición universal de 1933 en Chicago: «La ciencia descubre, la industria aplica, el hombre se conforma». Con el fin de contrarrestar esta metáfora, han surgido perspectivas que invierten el entramado causal para mostrar que los artefactos y los sistemas tecnológicos son resultado de acuerdos, clausuras, batallas, entre grupos

sociales de distinta naturaleza. Lo que importaría mostrar en las corrientes relativistas, de distinta índole¹, es que toda configuración tecnológica pudo haber sido constituida de otra forma, distante al cumplimiento de fases necesarias y suficientes. Por ejemplo los constructivistas sociales de la tecnología proponen que un artefacto, o sistema tecnológico, es el resultado de la clausura o cierre de la controversia entre grupos de interés relevantes involucrados en su diseño (Bijker, 1995; Pinch y Bijker, 1984).

Asimismo, un sistema sociotécnico podría considerarse como aquel capaz de ganar la batalla entre los sistemas, y en este sentido, ganar una cierta inercia o *momentum tecnológico* (Hughes 1987, 1983, 1996), el cual le permitiría instalarse en cualquier institución o cultura sin grandes problemas, porque las condiciones permitirían su dominio frente a otros sistemas competidores.

Mientras que el enfoque de la Teoría-del-Actor-Red (TAR) (Latour 1987, 1983, 2005; Callon, 1987; Law, 1987a, 1987b, 1991) propone una perspectiva más radical para tratar la relación de la tecnología y las personas: una simetría generalizada, o sea, para la TAR tanto artefactos como personas debían ser concebidos de igual modo por el analista.

Humanos y artefactos pueden ser igualmente capaces de generar poder y conocimiento ante los ojos de un analista TAR.

Todo depende de cómo los ingenieros, técnicos y especialistas realizan traducciones, y con ello ofrecen interpretaciones dirigidas hacia actores poderosos para ampliar la cantidad de aliados que colaboren en sus intereses a través de ofrecerles pasar por los artefactos y máquinas propuestos.

¹ Con esto consideramos los aportes de León Olivé sobre la existencia de determinados relativismos en los estudios CTS que pueden no cumplir con los relativismos mínimos deducidos por Kuhn y que por tanto, más que relativismos lo que se plantea es una postura pluralista al respecto.

Bruno Latour (1987) propone cómo seguir a científicos e ingenieros a través de la sociedad. Una de sus primeras sugerencias para esta labor, es hacerlo en situaciones controvertidas que ameritan el cuestionamiento, la pregunta por lo apropiado de ese conocimiento técnico presentado. Cuando estallan las controversias hay abundante material firmado por científicos, ingenieros y políticos, etcétera, accesible para quien esté interesado en ellas, donde se muestran cómo las personas y sus tecnologías son capaces de transformar los dichos de otros, en hechos o en ficciones. El fragor de la contienda devuelve los dichos a las condiciones y a los lugares donde se produjeron, y segundo, predispone a los especialistas a explicar cómo surgieron las razones de los adversarios.

Latour para esto despliega un aparataje discursivo donde los argumentos que hablan sobre la eficiencia, el rendimiento, las curvas que marcan los gráficos, los niveles de seguridad, etcétera, no son categorías *a priori* sino que se constituyen socialmente de forma controvertida. Así, la eficiencia acostumbrada a un cálculo se humaniza, se torna sujeta al interés de personas, grupos, empresas, políticos, preocupados en desarrollar sus estrategias. Los ingenieros en este caso son presentados por Latour como actores interesados en extender máquinas, estándares, hechos tecnológicos a través de la sociedad para volverse «puntos de paso obligado», y por tanto, dominar a los demás con sus maquinaciones de poder.

La propuesta simétrica para los ingenieros de dar protagonismo a los mecanismos de traducción de intereses, desde lo técnico a lo social, es lo que lleva a Callon a denominarlos «ingenieros-sociólogos» (Callon, 1987), y a Hughes «ingenieros heterogéneos» (Hughes, 1987), debido, entre otros, a su habilidad para transitar por intereses y objetivos sociales diversos utilizando sus maquinaciones o cajas negras de poder. Con esta perspectiva, lo social es intrínseco de los experimentos, pruebas piloto, simulaciones, innovaciones, patentes, etcétera, y no solo fuera de ellos.

Tanto es así, que para Edgerton (2004), la apelación a la existencia de un modelo lineal para los desarrollos tecnológicos y para la innovación no ha sido nunca probado en la práctica, y por tanto podría ser contraproducente utilizarlo frente a ingenieros y técnicos, quienes se muestran, por lo general, indiferentes a estos planteamientos. Aracil coincide en esta diferencia de apreciaciones, y recalca el hecho de que los ingenieros en su profesión están compelidos a gestionar problemas que distan de una aplicación de conocimiento científico: «Las cosas no son tan simples como soñaron los beneméritos ilustrados; el mundo resulta más complejo y plural, y el ingeniero sabe que para realizar su labor tiene que asumir riesgos y contradicciones» (Aracil, 1999: 49).

Ahora bien, esta consideración acerca de la probable percepción de la actividad profesional de la ingeniería no limita la discusión en torno a la labor académica de proponer determinadas propuestas heurísticas como el «determinismo blando» desarrollado por Heilbroner (1994), para discutir en torno a las irreversibilidades impulsadas por particulares infraestructuras tecnológicas en períodos históricos específicos. Aunque no se haya podido comprobar causalmente los determinismos en la práctica, coincidimos con Heilbroner en que su uso como heurística sería útil a la hora de reflexionar e indagar en torno a cuán lejos o cerca de determinadas trayectorias tecnológicas es deseable transitar en un período determinado.

Del mismo modo, no finaliza la discusión frente a los problemas expuestos por Winner (2008) en términos de sonambulismo, los cuales provocan la reflexión frente a las veces en que como seres humanos, suspendemos nuestra capacidad de decidir frente a la tecnología y con ello nos volvemos usuarios inconscientes, y por tanto sonámbulos tecnológicos.

Se trata entonces aquí de discutir el aporte de los estudios CTS hacia una mayor pluralidad de los paisajes educativos en ingeniería, por las vías que rescatan el realismo de la ingeniería como profesión, gracias a los aportes centrados

en la constitución social y técnica de la práctica tecnológica e ingenieril, recurriendo, por ejemplo, a las sendas abiertas por la reflexión y la discusión ética e histórica de los aportes normativos y humanistas de los estudios CTS.

PAISAJES CULTURALES EN LA EDUCACIÓN EN INGENIERÍA

De las seis dimensiones culturales de la educación en ingeniería que Godfrey & Parker (2010) reconocen, destacaremos tres de ellas para proponer ciertos tránsitos hacia una mayor pluralidad en torno a los paisajes culturales educativos en ingeniería: la manera de pensar en ingeniería, la manera de hacer en ingeniería y ciertos desafíos contemporáneos².

Para Godfrey & Parker, las matemáticas son el lenguaje que prevalece dentro de las características de la forma de pensar de la ingeniería, reconocen además un predominio de las comunicaciones visuales por sobre las textuales, una concentración en la resolución de problemas y el diseño, tomando en cuenta las mejores, y no las correctas respuestas, y un desconocimiento acerca de la construcción social del conocimiento en ingeniería, particularmente en lo que se refiere a género y raza.

Aun cuando estos autores reconocen este dilema, o las paradojas en las formas de pensar de la ingeniería – entre la objetividad de sus cursos basados en la ciencia y la subjetividad de la práctica ingenieril– destacan que, en general, el diseño de ingeniería enfrenta formas de pensar divergentes y convergentes, y específicamente en la resolución de problemas, el escenario normativo es importante como desafío ante la complejidad reconocible.

² La tercera dimensión Godfrey & Parker, originalmente la consideraron como los vínculos con el medio ambiente. Aquí la adaptamos titulándola como *desafíos contemporáneos a enfrentar*, debido a que apuntan hacia problemáticas específicas, que si bien son variables, indican ciertas presiones que la educación en ingeniería podría distinguir para direccionar sus transformaciones con vínculos diferenciados.

Ahora bien, esta tensión Johnston et al. (1996) la exponen de forma preocupante debido a que

consideran que los ingenieros han aceptado inapropiadamente limitaciones puestas sobre su profesión a través de la legitimación de discursos de la ciencia, la tecnología y el comercio, en las instituciones educativas que estaría no solo definiendo, sino también delimitando, lo que la ingeniería es y puede ser.

El resultado para estos autores ha sido una seria limitación en la capacidad de los ingenieros para examinar los significados sociales y los efectos de su trabajo, y reflexionar conscientemente sobre su práctica e identidad profesional. Aún más, para Mejía (2009: 3) es requerido un pensamiento crítico en ingeniería con tal de usar inteligentemente las herramientas de la ingeniería, contrastarlas, y entender los proyectos como intervenciones en sistemas sociales, no exentas de cambios paradigmáticos (Santander & Trejo, 2006) si lo que se desea es transitar innovadoramente hacia la sustentabilidad y el desarrollo justo de la región.

Dentro de los modos de pensar la ingeniería consideramos las contribuciones tendientes a la reflexión en torno a los vínculos entre ciencia, tecnología y sociedad, el predominio de determinismos, las metáforas lineales en la forma de pensar la concreción de estos conocimientos, sus aspectos volitivos y éticos en relación a los principios promulgados por cada institución.

Dentro de los modos de hacer la ingeniería y sus relaciones con la innovación, el medioambiente, y otras disciplinas, contamos con las perspectivas constructivistas de la tecnología para discutir también particularmente aquellos aspectos políticos y de negociación de las intervenciones ingenieriles, bien en modalidades de colaborar, bien en modalidades de competir o dominar, para enfrentar los desafíos contemporáneos de la

profesión: barreras a la innovación, desarrollo de la región, y una ciudadanía cada vez más participativa y menos confiada en los diseños de ingenieros y expertos.

Intervenir en uno de estos modos no es excluyente de hacerlo en los otros dos, por el contrario, la posibilidad de generar círculos virtuosos de aprendizaje requeriría intervenir al menos en estos tres modos de pensar, hacer, y vincularse con el fin de transitar hacia vías más plurales en cuanto a los paisajes educativos en ingeniería. Las políticas educativas institucionales posibilitan que los diseños de intervención sean posibles de concretar más allá del aula, y se incorporen en los directivos, administrativos y académicos de las escuelas de ingeniería.

CONTRIBUCIONES HACIA OTROS MODOS DE PENSAR LA INGENIERÍA

Podríamos considerar en este punto incluir asignaturas que aborden los temas reflexivos, históricos, críticos, éticos y morales de la intervención tecnológica de la práctica ingenieril.

A partir de Kuhn (1962) se propone un cambio paradigmático para comprender la construcción del conocimiento científico, cuyos contextos de descubrimiento se tornan importantes. Allí las lógicas inapelables y las posiciones controvertidas ante teorías incompatibles, han entregado versiones distintas entre el racionalismo y el constructivismo en la configuración del conocimiento científico y tecnológico en general. Vázquez y Manassero (2009) destacan la escasa alfabetización científica-tecnológica de la mayor parte de la población, que por tanto trae problemas para comprender los intrincados vínculos de la ciencia, la tecnología, y la sociedad, y esto educativamente conlleva para estos autores, olvidos pertenecientes, por ejemplo, al ámbito afectivo hacia los conocimientos científico tecnológicos, los cuales se rechazan por haberse percibido como autoritarios, difíciles, aburridos, impersonales, etcétera.

Esto es particularmente importante para las mujeres, quienes por lo general, evitan el ingreso a estos tipos de carreras, conversaciones o reflexiones.

En este entendido se requeriría mantener seducido/as a lo/as recién ingresado/as de las carreras en ingeniería, así como a sus directivos/as y administrativo/as para que se involucren y difundan discusiones científico-tecnológicas en términos cotidianos o históricos-anecdóticos, además de polémicos.

Para pensar la ingeniería resultaría interesante³, por ejemplo, la instalación de cursos de CTS (Ciencia, Tecnología y Sociedad) que desarrollen habilidades reflexivas, históricas y críticas en profesores de los primeros años de carrera pertenecientes a materias más científicas, junto a los profesores de los últimos años de carrera abocados a temáticas más ingenieriles.

La propuesta es entregarles una instrucción filosófica y epistemológica general a partir de favorecer e incentivar su asistencia a cursos, seminarios, y ofrecerles recursos de enseñanza aprendizaje en CTS.

Otra opción podría considerar realizar una enseñanza colaborativa donde compartan académicos de las especialidades de las humanidades, las ciencias sociales, la ciencia y la ingeniería, con el fin de que a la vez de formarse, generen reflexiones y discusiones interdisciplinarias. Esta modalidad podría ser una antesala de la primera, a la vez que podría generar beneficios añadidos de la instrucción colaborativa directa.

Los aportes desde las humanidades en esta etapa podrían resultar clave, como sería el caso de enfrentar controversias sobre la tecnología en términos históricos y contextuales,

donde las narrativas resulten atractivas e imaginativas para los oyentes. Las estrategias de la comunicación de la ciencia son interesantes en este punto.

Al tenor de las aportaciones ético morales, Carl Mitcham (1994) presenta el desenvolvimiento de agrupaciones ingenieriles en torno a valores pacifistas y humanitarios, abordando los aspectos de crisis y vulnerabilidades globales, que además alertan sobre la necesidad de mantener códigos de comportamiento ético en la profesión. Sus cursos se enmarcan en términos expositivos y de investigación en terreno.

CONTRIBUCIONES HACIA OTROS MODOS DE HACER EN INGENIERÍA

En el tratamiento de proyectos específicos de ingeniería podrían ser interesantes, además de los aportes CTS antes indicados, las discusiones teórico-metodológicas que traten la discusión de proyectos específicos.

Por ejemplo, la antropología de la tecnología se está abriendo una senda cada vez más distinguible para comprender las formas en que se forman identidades, se utiliza el lenguaje, se manipulan determinados objetos, tecnologías en la vida cotidiana (Cowan, 1985), innovaciones y prácticas para concebir diseños específicos (Bell, 2001). Aunque para Pfaffenberger los antropólogos contemporáneos de la tecnología también requieren transitar desde la «visión estándar», donde «la necesidad es la madre de las invenciones», o «el significado de un artefacto es la materia superficial del estilo», o incluso «la historia de la tecnología representa una progresión lineal desde herramientas a máquinas» (Pfaffenberger, 1992: 494), hacia otra perspectiva donde la actividad tecnológica humana se encuentra relacionada con todo un contexto cultural y social.

En este entendido, resulta interesante cómo el autor coincide en su llamado anti-determinista de la técnica a los

³ Inspirados en los estudios sobre las estrategias innovadoras en los programas de escritura, lenguaje y comunicación en ingeniería (Leydens y Schneider, 2009) proponemos considerar algunas combinaciones de cómo incluir las temáticas CTS en los currículos de ingeniería.

propios antropólogos, tal como lo hizo Arnold Pacey (1983) cuando conminó a tener una perspectiva no restringida sobre la tecnología y propuso concebirla como práctica sinérgicamente concretada con aspectos organizacionales y los socioculturales⁴.

Una precaución que propone Latour antes del viaje antropológico —aprovechando posibles salidas a terreno de los/as aprendices⁵ hacia los confines de los artefactos y sistemas— es tener presente que todo aquello que se presenta como objetivo, es algo bien distinto a lo que usualmente se etiqueta como tal.

Para el ingeniero/a con lupa de antropólogo/a, queda claro cuán cuestionados pueden ser los métodos, las formas de tomar muestras, de realizar extrapolaciones; con ello salta a la vista que el tratamiento de datos científicos es inapelable en muchas universidades, laboratorios, empresas de desarrollo, entre otros. Esta situación complica los consensos y enfrenta a los aprendices hacia verdaderos «choques» con la realidad sino se comprende la flexibilidad interpretativa (Bijker et al., 1987) de los artefactos y sus problemas a enfrentar.

La propuesta TAR de objetividad, en este sentido, tranquiliza entre varios aspectos porque no resulta opuesta a la subjetividad. Mientras más subjetividades el hecho incluya, entonces más objetivo será. Latour propone que la objetividad está mediada por una pluralidad de singularidades, y con ello, el número mayor de particularidades (perspectivas, escorzos) que esta objetividad conecte constituirá su nivel superior de objetividad —objectivefullness— (Latour, 2005: 211).

⁴ Con posterioridad Staudenmeier sería quien abordaría los factores ecológicos planetarios no considerados por Pacey, agregándole otro vértice a la tríada inicial, la cual se configuraría en un poliedro algo más complejo aún, cuando el mismo Pacey sería quien abordaría la dimensión personal, y de experiencia subjetiva de la tecnología en las interacciones sinérgicas (Pacey, 1983, 2001).

⁵ Las situaciones posibles de hacer visible a los objetos para Latour pueden encontrarse en los estudios sobre innovación, los cuales incluyen los talleres de trabajo de artesanos, los departamentos de diseño de ingenieros, los laboratorios científicos, los usuarios residenciales, y muchas controversias sociotécnicas.

La imagen de un estudiante de ingeniería heterogénea en escenas conflictivas —equipada con este foco pluralista de la objetividad y esta lente igualitaria de las agencias participantes— requiere una actitud más tolerante a las versiones dispares de los hablantes, y una mayor tranquilidad ante la posible ansiedad por transformarse en el/la portador/a de la verdad. Toda versión de algún/a «ciudadano/a de a pie», o un artefacto olvidado, puede contribuir en la constitución de los proyectos de ingeniería a emprender.

Los métodos etnográficos latourianos postulan a las agencias a seguir colectando todo tipo de evidencias empíricas que recurran a distintos tipo de anotaciones.

Los registros deben ser usados como espacios de investigación capaces de incluir las apreciaciones de otros en torno al estudio, las etapas posteriores y previas a la concreción de entrevistas, una mantención cronológica de los eventos,

un espacio para conectar las reflexiones generales del analista y apuntar minuciosamente los efectos de los escritos sobre los actores de los cuales uno ha escenificado un mundo, o los ha unificado en cadenas de traducción. (Latour, 2005: 134).

Estas contribuciones podrían concurrir en cursos⁶ conectados temáticamente, donde se vinculen las discusiones iniciadas en los primeros años con los últimos. Los cursos más genéricos requerirían, eso sí, alinearse con cursos posteriores con el fin de maximizar los beneficios para los estudiantes de ambos cursos. Los estudiantes de los últimos años también podrían estar simultáneamente enlistados en un curso CTS genérico, con otro donde se

⁶ Las siguientes dos propuestas de cursos siguen inspiradas en los hallazgos de Leydens y Schneider (2009).

concentren las discusiones específicas de su proyecto o especialidad.

Asimismo podría considerarse la inclusión de cursos CTS particulares, muy centrados metodológicamente en el acople con sus proyectos de ingeniería específicos, abordando particularmente la especialidad, además de estar delineados mayormente por las metas y objetivos solicitados por la unidad académica responsable.

En suma, una de las perspectivas metodológicas, propuestas aquí, está en relación con aprovechar los aportes antropológicos y etnográficos de la TAR e incorporarlos en cursos situados en distintos niveles del plan curricular de las carreras de ingeniería, con un énfasis especial en la preparación de los alumnos frente a las controversias.

DESAFÍOS EN EL QUEHACER DE LA INGENIERÍA

Barreras a la innovación

Una comprensión de la práctica de la ingeniería en los tiempos que corren, si bien requiere reconocer la diversidad de puntos de vista y aprovecharlos para la creación y la innovación, también es cierto que al concentrarse en el ejercicio de la profesión surgen grupos, organizaciones, empresas que excluyen, alejan y marginan a los más creativos. En este sentido Winner (1983) advierte que un analista no debe confundir, como lo hacen algunos constructivistas, entre una relación cualquiera, y una relación de dependencia.

Tal es el caso de las tecnologías energéticas y políticas energéticas específicas. Las tecnologías energéticas se caracterizan por extender redes sociotécnicas atrincheradas, es decir, redes donde sus partícipes se dedican a resistir cualquier transformación en sus modos habituales de comportamiento. De esta forma, las personas y sus maquinaciones de poder elevan

barreras de diversa índole con el fin de dificultar la entrada de actores con propuestas nuevas. El surgimiento de grupos de estudio⁷; revistas CTS publicando trabajos centrados en tecnologías energéticas⁸, además de grupos de investigación focalizados en cómo enfrentar los efectos del cambio climático, demuestran que las tecnologías energéticas se resisten a la innovación y a la entrada de nuevos actores; algunos plantean que se debe a su grado de ideologización (nucleares versus renovables), otros a su vinculación cercana a intereses geopolíticos, de Estado y soberanía (petróleo, uranio, gas natural).

De este modo, cualquier ingeniero que en su profesión, por ejemplo, se proponga transformar los patrones energéticos actuales, se enfrentará a dilemas éticos, bloqueos político partidistas, barreras culturales e ideológicas que requieren ser abordadas mediante habilidades discursivas y de negociación para llevar adelante los emprendimientos en el ejercicio de la profesión.

Desarrollo y superación de la pobreza en Latinoamérica

Las perspectivas críticas latinoamericanas emergieron en Argentina a partir de científicos como Varsavsky (1974), quien hizo un llamado para distinguir entre la ciencia «importada», «copiada», o «generada localmente» (OEI, 2012: 13). Así mismo, Herrera (1995) relacionó el grado de dependencia de la región con la configuración de una ciencia marginal, donde «quedaba reducida a un artículo

⁷ La compilación sobre temas energéticos en el grupo de la sociedad de historiadores de la tecnología (SHOT) es un ejemplo. El grupo de energía de la universidad de Sussex: Sussex Energy Group: <http://www.sussex.ac.uk/sussexenergygroup/> (12/04/11) también, el UK Energy Research Centre trabaja en un grupo interdisciplinario en torno a sistemas energéticos sustentables (<http://www.ukerc.ac.uk/support/tiki-index.php>). Así como también el Centre for technology, Innovation and culture de la Universidad de Oslo <http://www.sv.uio.no/tik/english/research/areas-of-research/ktp.html/> (12/04/11).

⁸ Energy Policy, Environmental policy, Social Studies of Science, Public Understandings of Science, Science, Technology and Human Values, Technology in Society. En castellano y portugués: Trilogía, Redes, Tecnología e Sociedade, Iberoamericana de Ciencia, Tecnología e Innovación.

de consumo, y nunca considerada desde las políticas de promoción, como un activo económico y un campo de inversión» (OEI, 2012: 13). En este contexto, Furtado (1970) exhortó a las autoridades de su época a alcanzar un mínimo de autonomía tecnológica, potenciando el desarrollo local, el cual considerara las particularidades de las materias primas de la región y los aspectos singulares de las economías latinoamericanas (OEI, 2012: 13).

A este respecto Sábato y Bontana (1968) presentaron los problemas de la aplicación de modelos de comprensión lineal en países dependientes, de aquellos centrales, para reconocer que no solo la ciencia y la economía gobiernan los cambios tecnológicos sino la interacción sinérgica entre el gobierno, el sector productivo y las instituciones académicas situadas en la periferia.

Cada cierto tiempo las instituciones públicas de Educación Superior se encuentran interpeladas para generar conocimientos de relevancia social, aquellos vinculados a la superación de la pobreza, la mejora en la calidad de vida, etcétera, en nuestros países. Ahora bien,

los académicos e investigadores, generalmente jóvenes, no necesariamente vinculan sus trabajos de investigación con los temas de sus cursos, ni tampoco participan de la conformación de problemas sociales, debido a su «integración subordinada» en la comunidad científica internacional,

la cual supone recibir incentivos foráneos, indexaciones y financiamientos internacionales, lo que sitúa a los académicos en diferentes ventanas de oportunidad para la generación y visibilidad de sus conocimientos (Kreimer, 2006).

En este sentido se pueden encontrar las investigaciones CTS latinoamericanas que continúan trabajando en traducir los desafíos de la globalización del trabajo y la investigación en la región (Vessuri, 1999). Preocupa que a partir de los cursos y vivencias CTS se formen ingenieros al estilo de los «sastres tecnológicos» (Arocena y Sutz, 2006) capaces de desarrollar una ingeniería más pertinente para la región abocada a las innovaciones intersticiales desde el sur.

Una ciudadanía más escéptica ante el conocimiento experto

Otro de los desafíos se relaciona con uno de los fenómenos que se viene presentando de manera adyacente a la instalación de proyectos tecnológicos ante los procesos de evaluación medioambiental. Se trata del surgimiento de actores no estatales de gran influencia: las corporaciones transnacionales y plataformas ciudadanas, ambas disputando acérrimamente la construcción de proyectos tecnológicos específicos, especialmente de forma hostil, cuando las institucionalidades de los países son débiles. En particular las organizaciones de movimiento social al no corresponder a los movimientos sociales de antaño, por ejemplo, debido a que sus reivindicaciones son particulares, utópicas menos ideológicas (Touraine, 2005: 63), requerirían entenderse en un cambio social paradigmático.

En este sentido, un plan o proyecto ingenieril no podría prever con seguridad el surgimiento de estas redes ciudadanas, y además sus mecanismos y tácticas obedecen preliminarmente a interpretaciones bien distintas, e incluso opuestas, a las acostumbradas desde la ingeniería. Aquí las «cajas negras», o sea, las tecnologías, sirven para trasladar la imagen del enemigo al otro frente y por tanto son útiles para asignárselas a otros, a los rivales ingenieros y directores de proyectos. ¿A quiénes responder o con quiénes negociar? Aquí nos encontramos con otro problema, porque los voceros

de las campañas no son siempre los mismos en una polémica local.

Los líderes de grupos movilizados hacia la preservación de valores y principios de resistencia trabajan para politizar la experticia (Pellizoni, 2011). Los proyectos tecnológicos comienzan a enmarcarse (Snow y Benford, 2000) dentro de interpretaciones que sirven de guía para que las personas salgan de su ámbito privado y doméstico, y salten a la escena pública con carteles, manifestaciones, escritos en los medios de comunicación, etcétera, donde algunos expertos, y por supuesto, lo ingenieros, pueden resultar siendo enemigos.

Por otro lado, si dentro de las organizaciones de movimiento social se encuentra algún experto, sea este ingeniero, técnico o científico, su aporte por lo general surte efectos amplificadores para su visibilidad, más aún cuando los medios de comunicaciones locales y masivos los escenifican públicamente, y una institución prestigiosa se encarga de certificarlos. Estos efectos presionan en las alianzas posibles entre equipos técnicos asignados por los gobiernos y las empresas. Como consecuencia de esta alianza,

es posible promover la discusión en torno a los supuestos de los informes entregados y denunciar la necesidad de una discusión razonada en torno a las evidencias presentadas hasta ese minuto.

Las propuestas técnicas en estas instancias de política contenciosa pueden influir como formas de poder contra-hegemónico del conocimiento técnico (Baigorrotegui, 2009a, 2009b).

Retornando a los contenidos y formas de los cursos CTS, las actitudes y predisposiciones de las personas a cargo de defender o resistir proyectos tecnológicos en ambientes

polémicos son importantes. En Latinoamérica dada nuestra situación de dependencia, por ejemplo frente a compañías extractivas transnacionales, los gobiernos no necesariamente facilitan una disminución de la hostilidad en las relaciones entre las localidades afectadas y los proyectos percibidos como impuestos.

Es también por esto que las habilidades comunicativas y la capacidad de gestionar conflictivos resultan cruciales en ingeniero/as, y específicamente una actitud abierta a la participación puede resultar determinante a la hora de influir en la promoción de debates técnicos alrededor de las movilizaciones ciudadanas.

Otros desafíos los entregan los procesos de evaluación de impacto ambiental, donde se incorporan delimitadas instancias para la participación pública. No obstante, en ellas se incluye mínimamente un período de difusión donde se debe explicar el proyecto a la comunidad, y a partir de esa difusión las personas pueden formular observaciones, consultas, sugerencias, reclamos, etcétera. En este proceso los proyectos pueden resultar altamente cuestionados, y con ello las polémicas facilitan que los conocimientos, tanto legos como expertos, se configuren con diferentes grados de flexibilidad e inflexibilidad interpretativa por parte de los actores que mantienen, cuestionan, favorecen la evaluación institucionalizada, la que además demuestra cuán políticos son los proyectos, cuán posibles son de traducir demandas específicas en indicadores, ajustes, reglamentos, diseños y rediseños ingenieriles. En otras palabras, las evaluaciones ambientales se pueden tornar en una arena fértil de diseño y aprendizaje social, particularmente fructífera para educar y formar a los ingenieros a partir de herramientas de simulación CTS.

Finalmente, estos desafíos alertan sobre la importancia de que los/as ingenieros/as puedan acceder a los

conocimientos, temas y metodologías CTS para elaborar conocimientos plurales y actitudes menos soberbias frente a controversias públicas.

Como los adminículos de visión pluralista no son posible adquirirlos en vitrinas o escaparates, sino después de haber vivido procesos de aprendizaje, viajes, clases, etcétera, propusimos algunas posibilidades para enriquecer los paisajes culturales al menos por dos vías, instalando la perspectiva CTS en profesores y en cursos de ingeniería que permitan bien pensarse la ingeniería, bien pensarse el hacer de la ingeniería con algunas vías hacia la interdisciplinariedad en el currículo ⁹.

Este trabajo constituye un trabajo preliminar sobre los cursos y asuntos CTS en ingeniería, el cual con posterioridad propone un diagnóstico sobre los temas CTS en directores de departamentos de ingeniería, quienes se ha demostrado, pueden resultar siendo articuladores clave para favorecer la diversidad en la educación en ingeniería (Mc Nair et al., 2011). Nuestra intención se encamina en las vías de investigaciones previas concentradas en áreas interdisciplinarias (Ocon, 2008; Gerritsen van der Hoop y Vaags, 1981), que favorezcan la inclusión de problemáticas como las medioambientales (Lucena & Schneider, 2008), de desarrollo y de cambio social para potenciar ciertos cambios plausibles en los paisajes de la ingeniería en la región.

CONCLUSIONES

A partir de los aportes que reclaman la necesidad de no adscribir concepciones reduccionistas de la ciencia la tecnología y la sociedad, se presentó a los estudios CTS como aquellos postulantes a entregar pluralidad a los paisajes culturales de la educación en ingeniería. Destacamos el rol

⁹ Considerando que una mayor interdisciplinariedad en el curriculum de las carreras de ingeniería ha sido evaluada y considerada muy beneficiosa en universidades de países desarrollados (Stroeken & De vries, 1995, Pritchard & Baillie, 2006), además de fomentada en certificaciones como ABET.

del determinismo, los modelos lineales y los sonambulismos como heurísticas factibles de instalar en las discusiones de académicos y estudiantes.

Esta consideración, si bien expuso únicamente algunos de los desafíos de la profesión para abordarlos con determinadas habilidades y competencia por parte de los alumnos, se trabajó preliminarmente solo en los temas políticos o de «preocupación» (Latour, 2004). Esto porque este trabajo forma parte de otros posteriores que se proponen emprender el diagnóstico y análisis en instituciones particulares. En este entendido, primero abordamos la pluralidad como requisito inicial para comprender los vínculos CTS a partir de ciertas combinaciones curriculares genéricas (primeros y últimos años de ingeniería), y de profesores de las carreras de ingeniería con formaciones disciplinares distintas.

Gran parte de los desafíos expuestos se presentaron de la mano de las ventajas de la perspectiva antropológica de la TAR, en especial, sus sugerencias sobre la objetividad para emprender la etnometodología en los proyectos y en el análisis de casos.

Finalmente este trabajo se concentró en la necesidad de favorecer el pluralismo en la concepción de los problemas, enfrentar las barreras a la innovación, la habilidad para gestionar los conflictos en los contextos de países latinoamericanos.

BIBLIOGRAFÍA

- Aibar, A. & Quintanilla, M.A. (2003). *Cultura tecnológica. Estudios de ciencia tecnología y sociedad*. Barcelona: Universidad de Barcelona.
- Aracil, J. (1999). ¿Es menester que los ingenieros filosofen? *Argumentos de Razón Técnica*, 2, 29-49.

- Arocena, R. y Sutz, J. (2006). El estudio de la Innovación desde el Sur y las perspectivas de un Nuevo Desarrollo. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología, Sociedad e Innovación* 7, Septiembre-Diciembre. [Recuperado de: <http://www.oei.es/revistactsi/numero7/articulo01.htm>] [Accedido el 11/10/12].
- Baigorrotegui, G. (2009a). Por una gobernanza menos ingenua en tecnología. *Trilogía* 1, octubre, 47-59.
- _____ (2009b). Prácticas tecnológicas movilizadas localmente en contextos globales. *Tecnología e Sociedade* 9(2). [Recuperado de: http://www.ppgte.ct.utfpr.edu.br/revistas/tecsoc/download_09.html] [accedido el 13/04/11].
- Beaulieu, A. (2010). From co-location to co-presence: Shifts in the use of ethnography for the study of knowledge. *Social Studies of Science*, [en línea]. Publicado el 5/03/10 como doi: 10.1177/030631279359219. [Recuperado de: http://virtualknowledgestudio.nl/documents/_annebeaulieu/co-presence.pdf] [accedido el 12/04/11].
- Beck, U. (1986). *La Sociedad del Riesgo. Hacia una Nueva Modernidad*. Barcelona: Piados, 1998.
- Bell, G. (2001). Looking across the Atlantic: Using Ethnographic Methods to Make Sense of Europe. *Intel Technology Journal*, 3rd quarter.
- Bijker, W. (1995). *Of Bicycles, Bakelites, and Bulbs. Towards a Theory of Sociotechnical Change*. Cambridge: MIT Press.
- Bijker, W., Hughes, T.P.; Pinch, T. (Ed.), 1987. *The Social Construction of Technological Systems. New Directions in the Sociology and History of Technology*. Cambridge: MIT Press, 1990, 83-103.
- Callon, M. (1995). Four models for the dynamics of Science. En S. Jasanoff, G. Markle, J. Petersen, & T. Pinch (Eds.) *Handbook of Science and Technology Studies* (29-63). London: Sage.
- _____ (1987). Society in the making: the study of technology as a tool for sociological analysis, en Bijker, W. et al. (ed.), 83-103.
- _____ (1986). The sociology of an Actor-Network: the case of the electric vehicle, en Callon, M., Law, J., Rip, A. (Eds.) *Mapping the Dynamics of Science and Technology: Sociology of Science in the Real World*. London: Macmillan, 19-34.
- Cowan, R.S. (1985). The industrial revolution in the home, en Mackenzie, D., Wajcman, J. (Ed.) *The Social Shaping of Technology*. Philadelphia: Open University Press.
- Edgerton, D. (2004) "The linear model" did not exist. En: Grandin, K. & Wormbs, N. (Eds.) *The Science-industry Nexus*. New York: Watson. [Recuperado de: https://workspace.imperial.ac.uk/humanities/Public/files/Edgerton%20Files/edgerton_linear_model_did_not_exist.pdf] [accedido el: 12/10/12].
- Furtado, C. (1970). *Latin American development*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Gerritsen van der Hoop J.W., & Vaags, D.W. (1981). The purposes of social sciences in engineering education and their implementation at the Eindhoven University of Technology. *European Journal of Engineering Education*, 6(1-2), 99-103.
- Godfrey, E., & Parker, L. (2010) Mapping the Cultural Landscape in Engineering Education. *Journal of Engineering Education*, 99(1), 5-22.
- Heilbroner, R. (1994) Technological determinism revisited. In Merritt, S. Does technology drive story? Mass: MIT Press, 67-78.

- Herrera, A. (1995). Los determinantes sociales de la política científica en América Latina. Política científica explícita y política científica implícita. *Redes* 2(5), 117-131.
- Hughes, T. P. (1996). El impulso tecnológico en Marx, L. Y Smith, M. R. (Ed.) *Historia y Determinismo Tecnológico*. Madrid: Alianza, 117-130.
- _____ (1987). The evolution of Large Technological Systems en Bijker, W. et al. (Eds.), 51-82.
- _____ (1983). *Networks of Power*. London: Johns Hopkins University Press.
- Johnston, S., Lee, A., McGregor, H. (1996) Engineering as captive discourse. *Society for Philosophy and Technology*. 1. [Recuperado de: http://scholar.lib.vt.edu/ejournals/SPT/v1_n3n4/Johnston.html] [accedido el 31/07/12].
- Kuhn, T. (1962). *La Estructura de las Revoluciones Científicas*. Santiago de Chile: Fondo de Cultura Económica, 1996.
- Latour, B. (2005). *Reassembling the Social. An introduction to Actor-Network-Theory*. Oxford: Oxford University Press. Trad. Cast. *Reensamblando lo social. Una introducción a la teoría del Actor-Red*. Buenos Aires: Ediciones Manantial, 2008.
- _____ (2004) ¿Por qué se ha quedado la crítica sin energía? De los asuntos de hecho a las cuestiones de preocupación. *Convergencia* (11/35), 17-49.
- _____ (1987). *Science in Action. How to Follow Scientists and Engineers through Society*. Cambridge: Harvard University Press. Trad. Cast. *Ciencia en Acción. Cómo seguir a los Científicos e Ingenieros a través de la Sociedad*. Barcelona: Labor, 1992.
- _____ (1983). Give me a laboratory and I will rise the world, en Knorr-Cetina, K., Mulkay, M. (Eds.) *Science Observed*, London: Sage, 141-170.
- Law, J. (1991). Introduction: monsters, machines and sociotechnical relations, en Law, J. (Ed.) *A Sociology of Monsters. Essays on Power, Technology and Domination*. Londres: Routledge, 1-23.
- _____ (1987a). Technology and heterogeneous engineering: the case of portuguese expansion en Bijker, W et al. (Ed.), 111-34.
- _____ (1987b). The anatomy of a socio-technical struggle: The design of the TSR2, en Bijker, W et al. (Ed.), 44-69.
- Lee, N., Brown, S. (1994). Otherness and the Actor Network. The undiscovered Continent, *American Behavioral Scientist*, 37(6), 772-790.
- Leydens, J. y Schneider, J. (2009) Innovations in composition programs that educate engineers: drivers, opportunities, and challenges. *Journal of Engineering Education*, 98(3), 255-271.
- Lovins, A. (1977). *Soft Energy Path: Toward a Durable Peace*. San Francisco: Friends of the Earth.
- Lucena, J., & Schneider, J. (2008). Engineers, development, and engineering education: from national to sustainable community development. *European Journal of Engineering Education*, 33(3), 247-257.
- Lundvall, B.A. (1992). *National system of innovation. towards a theory of innovation and Interactive Learning*, London: Pinter Publishers.
- McNair, L.D., Newswander, C., Boden, D., Borrego, M. (2011) Student and Faculty Interdisciplinary Identities in Self-Managed Teams. *Journal of Engineering Education*. 100(2), 374-396.
- Mejía, A. (2009). Tres esferas de acción del pensamiento crítico en ingeniería. *Revista Iberoamericana de Educación*, 49/3. OEI. [Recuperado de:] www.rieoei.org/deloslectores/2780Mejia.pdf [accedido el 01/08/12].

- Mitcham, C. (1994) *Thinking through technology*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Ocon, R. (2008). Using classroom civility to enhance learning and promote valuing diversity. *Latin American and Caribbean Journal of Engineering Education*, 2(1), 34-38.
- OEI Organización de Estados Iberoamericanos (2012). *Ciencia, tecnología e innovación para el desarrollo y la cohesión social. Programa iberoamericano en la década de los bicentenarios. Documento para el debate* (Primera versión). Madrid: OEI. [Recuperado en: <http://www.oei.es/ciencia0712.htm> [accedido el 30/07/12].
- Oldenziel, R., Zachmann, K. (2009). *Cold War Kitchen: Americanization, Technology, and European Users*. Cambridge: MIT Press.
- Pacey, A. (2001) *Meaning in Technology*. Cambridge: MIT Press.
- _____ (1983). *The culture of technology*. Mass: MIT press.
- Pellizoni, L. (2011). The politics of facts: local environmental conflicts and expertise, *Environmental Politics*, 20(6), 765-785.
- Pfaffenberger, B. (1992). Social Anthropology of Technology, *Annual Review of Anthropology*, (21), 491-516.
- Pinch, T. J., Bijker, W. (1984). The social construction of facts and artefacts: or how the sociology of science and the sociology of technology might benefit Each Other, *Social Studies of Science*, (14), 399-441.
- Pritchard, J. & Baillie, C. (2006) How can engineering education contribute to a sustainable future? *European Journal of Engineering Education*, 315, 555-565.
- Roberts, J., Macmillan, E., Houghton, T., Elliott, D. (Ed.) (1991). *Privatising Electricity: the Politics of Power*. London: Belhaven Press.
- Sábato, J. A., & Botana, N. (1968). La ciencia y la tecnología en el desarrollo futuro de América Latina, *Revista de la Integración INTAL*, 1(3), 15-36.
- Santander, G., & Trejo, L.A. (2006). Technology as “a human practice with social meaning” – a new scenery for engineering education. *European Journal of Engineering Education*, 31(4), 437-447.
- Snow, D., Benford, R. (2000). Framing processes and social movements: an overview and assessment, *Annual Rev. Sociology*, (26), 611-39.
- Sokal, A., (1996). Transgressing the Boundaries: Towards a Transformative Hermeneutics of Quantum Gravity, *Social Text* 46(47) (spring/summer), 217-252.
- Stroeken, J.H.M. & De vries, M.J. (1995) Learning to deal with social factor as a goal in the education of engineers. *European Journal of Engineering Education* 20(4), 447-456.
- Touraine, A. (2005) *Un nuevo paradigma para comprender el mundo de hoy*. Barcelona: Paidós.
- Varsavsky, O. (1974). *Ciencia, política y cientificismo*. Buenos Aires: Centro Editor de América Latina.
- Vázquez, A. y Manassero, M.A. (2009). Expectativas sobre un trabajo futuro y vocaciones científicas en estudiantes de educación secundaria. REDIE, Vol. 11, n°11, mayo. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1607-40412009000100003&script=sci_arttext
- Vessuri, H. (1999) Desafíos de la educación superior en relación con la formación y la investigación ante los procesos económicos actuales y los nuevos desarrollos

tecnológicos. Revista Iberoamericana de Educación. Mayo-Agosto. Disponible en: <http://www.oei.es/salactsi/vessuri.htm> (11/10/2012).

Winner, L. (2008). *La ballena y el reactor*. Barcelona, Barcelona: Gedisa.

_____ (1993). Opening the black box and finding it empty: Social constructivism and the philosophy of technology, *Science, Technology and Human Values* (18), 362-78.